©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

# Die *Tirolites*-Fauna (Ammonoidea) der untertriassischen Werfener Schichten Europas und ihre stratigraphische Bedeutung

Von LEOPOLD KRYSTYN*

Mit 5 Abbildungen und 1 Tafel

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 8. März 1974 durch das w. M. Helmuth ZAPFE)

## Zusammenfassung

Nach Untersuchungen in Muć (Dalmatien) werden die alpin-mediterranen Tiroliten-Schichten in zwei Zonen unterteilt. Davon entspricht die *Tirolites cassianus*-Zone den *Tirolites* und *Columbites* beds Nordamerikas, während die darüberfolgende *Tirolites carniolicus*-Zone den *Subcolumbites* beds Nordamerikas parallelisierbar ist. Nach der Standardgliederung (TOZER 1971) beginnen die Campiller Schichten (=Tiroliten-Sch.=Obere Werfener Sch.) mit dem Spathian und enden noch unterhalb der oberst-skythischen *Keyserlingites subrobustus*-Zone, so daß im Alpenraum die Grenze Skyth—Anis schon in die Gutensteiner Schichten bzw. den Steinalmkalk fällt. Innerhalb der Gattung *Tirolites* zeichnet sich eine Entwicklungsreihe ab, die von *Tirolites cassianus* über *Tirolites idrianus* zu *Tirolites carniolicus* führt. Der Endemismus der *Tirolites*-Fauna wird durch die besonderen bathymetrischen und paläogeographischen Verhältnisse der Werfener Fazies erklärt.

## Summary

Based on investigations in Muć (Dalmatia) the Alpine-Mediterranean *Tirolites* beds are subdivided into two zones. From these the *Tirolites cassianus* zone corresponds with the *Tirolites* and *Columbites* beds of North America whereas the overlying *Tirolites carniolicus* zone is correlated with the *Subcolumbites* beds of North America. Compared with the standard scale of TOZER 1971 the Campill beds (=*Tirolites* beds=Upper Werfen Formation) start at the base of the Spathian and end below the topmost Scythian *Keyserlingites subrobustus* zone. In the Alps therefore the Scythian-Anisian boundary must be placed within the Gutenstein and Steinalm limestone. The tirolitids of the Werfen Formation form a single lineage, namely the *Tirolites cassianus* → *Tirolites idrianus* → *Tirolites carniolicus* sequence. Endemism of the *Tirolites* fauna results as a fact of special bathymetric and paleogeographic conditions within the Werfen facies.

* Anschrift des Verfassers: Dr. L. KRYSTYN, Paläontologisches Institut der Universität, 1010 Wien, Universitätsstraße 7/II.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

## Резюме

По исследованиям в районе города Муч (Далмация) в альпийско-меднтерранских Тиролитовых слоях выделяются две зоны. Нижняя из них, зона *Tirolites cassianus* соответствует Тиролитным и Колумбитным слоям Северной Америки, а верхнюю – *Tirolites carniolicus* – можно паралелизировать с Субколумбитовым и слоями Северной Америки. По стандартному расчленению триаса (Tozer 1971) верхние Кампильские слои ( = Тиролитовым слоям = верхним Верфенским слоям) начинаются с Спэтским ярусом и оканчиваются ниже самой верхнескифской зоны *Keyserlingites subrobustus*, так что в Альпийском регионе граница скифаниз попадает уже в Гутеиштейнских слоях, соотв. в Штейнальмском известняке. Внутри самого рода *Tirolites* намечается вариационная цепь *T. cassianus* – *T. idrianus* – *T. carniolicus*. Эндемичность тиролитной фауны объясняется особыми батиметрическими и палеогеографическими отношениями верфенской фации.

## Einleitung

Marine Kalk-Mergelfolgen sind im Oberskyth Mittel- und Südosteuropas weit verbreitet und als Campiller Schichten oder Obere Werfener Schichten in der Literatur bekannt. Sie führen eine ubiquistische Ammonitenfauna, die — älteste der alpinen Trias — schon frühzeitig das Interesse der Stratigraphen erregt hat. Nach der häufigsten Art dieser Fauna, dem von Quenstedt 1849 beschriebenen *Tirolites cassianus*, wurde später von Mojsisovics 1882 eine Zone benannt, welche bis heute stellvertretend für das alpine Oberskyth gilt. Ebenfalls Mojsisovics 1882 verdanken wir eine erste zusammenfassende Darstellung skythischer Cephalopoden aus Südtirol und den nördlichen Dinariden. Ihm folgte Kittl 1903 mit der Bearbeitung der wohl fossilreichsten Werfener Schichten Europas im dalmatinischen Küstenland nördlich Split.

Schon um die Jahrhundertwende, als die ersten außeralpinen Oberskyth-Faunen (Indien, Sibirien) bekannt wurden, fiel die abweichende Zusammensetzung der *Tirolites*-Fauna (wenige Genera, *Tirolites* meist über 90% der Funde) auf. Ihre Entstehung schrieb man damals geographischer Isolation (Mojsisovics & al. 1895, 1289) zu, wobei die Gattung *Tirolites* lange für endemisch gehalten wurde. Das abweichende Faunenspektrum bildete zugleich ein nicht zu überwindendes Hindernis bei der Korrelierung mit anderen skythischen Cephalopoden-Vorkommen außerhalb der Werfener Fazies. Die Ursachen jener faunistischen und damit zusammenhängend stratigraphischen Sonderstellung sind auch heute nicht vollständig geklärt (vgl. Kummel 1969). Umso überraschender fiel daher das Ergebnis einer kurzen Untersuchung der gut aufgeschlossenen und fossilreichen Werfener Schichten

von Muć (Dalmatien; vgl. Abb. 1) aus. Dort gelang es, in der immer einheitlich gehaltenen *Tirolites*-Fauna verschiedene Ammonitenzonen zu unterscheiden und diese der amerikanischen Standardgliederung des Oberskyth (SILBERLING & TOZER 1968, TOZER 1971) anzugleichen.

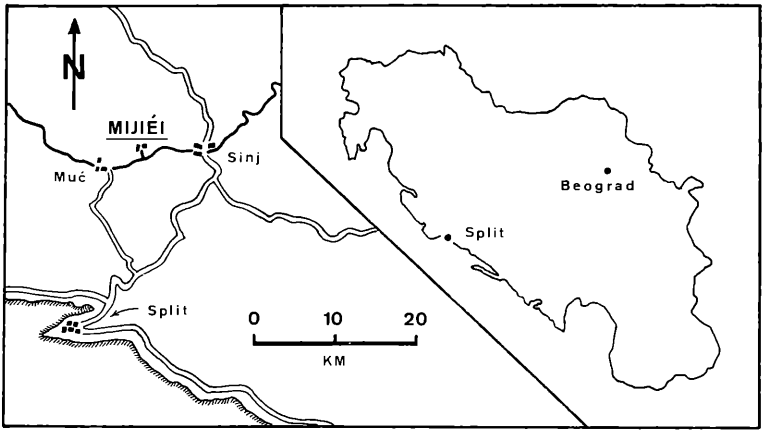



Abb. 1: Lageskizze des Untersuchungsgebietes nahe Muć (Dalmatien).

Die Arbeit wurde aus Mitteln des International Geological Correlation Programme (Proj. Trias des Tethys-Bereiches) finanziert und wie immer von Prof. Dr. H. ZAPFE tatkräftig unterstützt. Meinem Kollegen Dr. J. HOHENEGGER verdanke ich wichtige Hinweise und manch anregende Diskussion allgemein taxonomischer Fragen. Für verschiedene klärende Gespräche möchte ich weiters Prof. Dr. B. KUMMEL (Cambridge, Mass.), Prof. Dr. N. J. SILBERLING (Stanford, Calif.), Doz. Dr. F. STEININGER (Wien), Prof. Dr. A. TOLLMANN (Wien) und Dr. E. T. TOZER (Ottawa) meinen Dank aussprechen. Herr Dr. M. GANEV (Sofia) übersetzte liebenswürdigerweise die Zusammenfassung ins Russische.

## Das Profil von Muć

Im Rahmen der Geologischen Spezialkarte 1:75.000 der österreichisch-ungarischen Monarchie erschienen bis 1918 mehrere Karten von Dalmatien, darunter auch das Blatt Sinj—Spalato (KERNER 1914). Auf diesem bildet die Triaszone zwischen Muć und Sinj einen E—W streichenden Bergrücken von über 1000 m Höhe, der gegen das südliche Vorland mehrere 100 m abfällt. An den kaum mit Vegetation bedeckten Hängen werden von der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Talsohle bei Muć (um 450 m) bis zur ersten Höhenstufe in ca. 800 m großflächige Aufschlüsse begünstigt, die bei leicht nördlichem Schichtfallen ein laterales Verfolgen von Fossilbänken über weite Strecken gestatten. Hier stehen mächtige Werfener Schichten an mit zahlreichen, schon lange bekannten Fundpunkten (KITTL 1903).

Unter die Trias flach gegen Norden einfallende jüngere Serien deuten auf größere Überschiebungen hin, wie sie schon KERNER 1916 angenommen hat. Ein regionaler Vergleich weist den Mućer Raum tatsächlich als Grenzlinie zweier tektonischer Großeinheiten aus (vgl. AUBOUIN & al., 1972, Abb. 1); nämlich einer tieferen, den adriatischen Küstenraum aufbauenden Dalmatinischen Zone (= Ucka-Decke auct.) und der südwest-vergent überschobenen Hochkarstdecke mit den untersuchten Werfener Schichten als Basis.

Etwa auf halbem Weg zwischen Muć und Sinj, nahe der kleinen Ortschaft Mijiéi, quert eine schmale Seitenstraße den erwähnten Höhenzug (Abb. 2). Sie schließt dabei eine komplette Untertrias-Folge mit Seiser und Campiller Schichten bis zum überlagernden

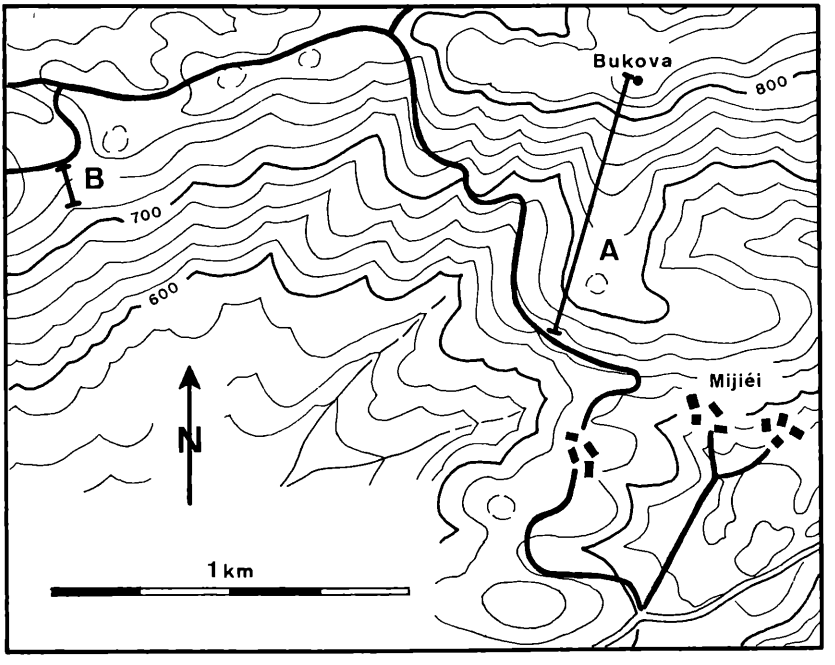



Abb. 2: Topographischer Lageplan der Profilschnitte A und B (vgl. Abb. 3).

Dolomit auf. Entlang der Straße wurden an zwei Stellen Detailprofile aufgenommen und Ammoniten horizontiert aufgesammelt (vgl. Abb. 2, 3).

Profil A verläuft annähernd N—S; es beginnt oberhalb Mijiéi unweit der Straße in 650 m und endet am Bukova-Gipfel (855 m), wobei die letzten 20 m von einer Steilstufe aus dunklem, deutlich gebanktem Dolomit (=Gutensteiner D.) aufgebaut werden. Bis in ca. 700 m Höhe stehen rote oder rotviolette, glimmerreiche Sandsteine mit einzelnen sandreichen Kalk- und Mergellagen an. Sie entsprechen den Seiser Schichten und sind ebenso wie die hangenden Dolomite nicht näher untersucht worden.

Den größten Teil des Profils (von 700 bis 800 m) nehmen Campiller Schichten mit über 200 m Mächtigkeit ein. Sie bestehen aus blau- bis grüngrauen, plattigen oder feingeflaserten Kalken wechsellagernd mit gleichfarbigen, mehr oder weniger glimmerführenden und vor allem im tieferen Teil der Folge sandigen Mergeln. Fossilien treten im gesamten Komplex mit wechselnder Häufigkeit auf. Sie sind aber in den mergeligen Lagen bedingt durch bessere Auswitterung leichter zu gewinnen als in den Kalkbänken. — Ein erster markanter, auch an der Straße festgestellter Ammonitenhorizont (73/17 der Abb. 3) liegt 20 m über der Basis der Campiller Schichten und führt folgende für die *Tirolites cassianus*-Zone s. str. typische Fauna:

*Tirolites cassianus* (QUENSTEDT, 1849) 59×
*Diaplococeras liccanum* (HAUER, 1865) 1×
*Dinarites* cf. *dalmatinus* (HAUER, 1865) 4×

Anmerkungen: Alle Tiroliten lagen in einer einzigen, ca. 2 m dicken Mergellage, die restlichen Funde entstammen verschiedenen darüberfolgenden Kalkbänken.

Anschließend wurde eine größere Profilstrecke (etwa 150 m Mächtigkeit) nicht näher auf Fossilien untersucht. Erst in 750 m Höhe (Fundpunkt 73/16; ca. 50 m unterhalb des Dolomits) ergab sich wieder eine Gelegenheit zum Aufsammeln, wobei die Fauna kaum mehr Ähnlichkeit mit der vorhergehenden zeigte:

*Tirolites bi-idrianus-carniolicus* 3×
*Tirolites carniolicus* MOJSISOVICS, 1882 4×
*Stacheites* cf. *prionoides* KITTL, 1903 1×
*Stacheites* cf. *concavus* SHEVYREV, 1968 3×
*Dinarites*? sp. ind. 1×

Anmerkungen: Obwohl ein 5—8 m mächtiges Schichtpaket abgesucht wurde, war die Ausbeute wesentlich geringer als an der ersten Stelle. Zum ungewöhnlichen Doppelnamen in der Liste vergleiche weiter unten (S. 38).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



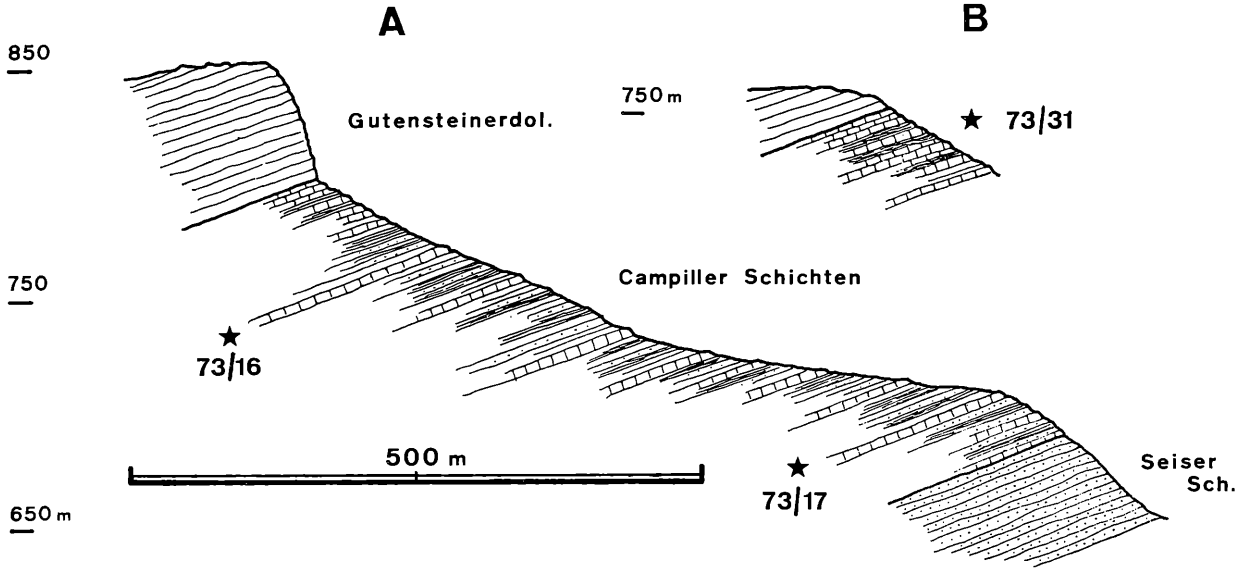



Abb. 3: Profile durch die Werfener Schichten bei Muć (★: Fossilfundpunkte).

Da Profil A an der Grenze Campiller Schichten—Gutensteiner Dolomit keine horizontierbaren Aufsammlungen zuließ, wurde für den Übergangsbereich ein zweiter, in der streichenden Fortsetzung gelegener Aufschluß untersucht (Profil B, vgl. Abb. 3). Parallel zum lithologischen Fazieswechsel muß auch eine drastische Änderung des Biotops zu stark eingeschränkten Lebensbedingungen Platz gegriffen haben. Anders läßt sich die in den höchsten Werfener Schichten gegen den Dolomit rasch abnehmende und mit dem Ende der Mergellagen schließlich ganz aussetzende Makrofauna kaum deuten. So stammen die höchsten Ammonitenfunde in Profil B (73/31) aus mehreren Kalk- und Mergellagen 8—12 m unterhalb der Dolomitgrenze:

*Tirolites carniolicus* Mojsisovics, 1882 11 ×
*Tirolites mangyshlakensis* (Shevyrev, 1968) 1 × (vgl. Taf 1)

Der Dolomit geht durch zunehmende Einschaltungen kontinuierlich aus den Werfener Schichten hervor, so daß er zumindest indirekt eingestuft werden kann (vgl. S. 45). Rauhwacken, im basalen Dolomit des Profils A nicht selten, fehlen in Profil B, doch dürfte dies lokale Ursachen haben. Kerner 1914 konnte sie jedenfalls über weite Strecken auskartieren und in der geologischen Karte ausscheiden. Er bezeichnete sie als Oltarnik-Schichten, einem möglichen Gegenstück zur Reichenhaller Rauhwacke der Nördlichen Kalkalpen.

Faunistisch übereinstimmend bilden die beiden höheren Fossilhorizonte 73/16 und 73/31 einen eigenständigen Bereich, der sich von jenem mit *Tirolites cassianus* grundlegend unterscheidet. Sie werden zu einer neuen Zone vereint, für die *Tirolites carniolicus* zur Indexform bestimmt wird. Ausführliche Angaben über Abgrenzung, Faunenbestand und regionale Verbreitung der Carniolicus-Zone folgen später (S. 42).

## Entwicklung der Gattung *Tirolites*

### 1. Taxonomie und Systematik

In der Ammoniten-Taxonomie herrscht trotz grundlegender Einzelarbeiten heute wie vor hundert Jahren das engmaschige, typologische Artenkonzept vor. Dies ist zweifellos im Zusammenhang mit den bei Megafossilien meist geringen Stückzahlen und einer damit verbundenen Überbewertung morphologischer Merkmale zu sehen, wird hierdurch aber kaum entschuldbarer. Auch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Paläontologe orientiert sich letztlich am biologischen Artkonzept (als Population sich kreuzender Individuen), obwohl er es durch jenes der Morphospezies (Gruppierung basierend auf morphologischer Ähnlichkeit) ersetzt. Analog muß daher der rezente Populations-Begriff dem der „fossilen Population" (=„paläontologische Population", vgl. BETTENSTAEDT 1962, 391) weichen, worunter alle morphologisch zusammengehörigen Exemplare einer Lokalität und Fundschicht zu verstehen sind. Diese Artfassung kann sicherlich — vor allem bei benthonischen Organismen — umfangmäßig einer Biospezies nahekommen, wie zahllose Beispiele speziell aus der Mikropaläontologie (BETTENSTAEDT 1958; 1968) beweisen. Sie birgt andererseits aber nicht wegzuleugnende Unsicherheitsfaktoren in sich. Zeigen rezente Beispiele schon an sessilen Populationen starke Unterschiede zwischen Lebens- und Totengemeinschaften (z. B. SAMTLEBEN 1973), so dürfte bei Ammoniten bedingt durch nektonische Lebensweise und postmortale Eigengesetzlichkeit des Gehäuses die Wahrscheinlichkeit des Entstehens einer mit der ursprünglichen Population übereinstimmenden Oryctozoenose (sensu EFREMOV, vgl. ORLOV 1959, 5) noch viel geringer sein.

Dem Prinzip der Morphospezies wird aus naheliegenden Gründen keine durch den Bearbeiter (subjektiv) getroffene Wertung, sondern nur eine (objektive) biometrisch-statistische Merkmalserfassung gerecht. Grundbedingung dafür sind größere, möglichst eng horizontierte Aufsammlungen, wie sie in Muć teilweise (Fundpunkt 73/17) möglich waren. Trotzdem mußte — mit einer Ausnahme — auf biometrische Untersuchungen verzichtet werden, da der mangelhafte Erhaltungszustand am Großteil des vorliegenden Materials genaue Messungen unmöglich machte.

Meist weisen die Ammoniten-Steinkerne ss-parallele Verquetschungen auf — anscheinend durch unzureichende Lithifikation (Setzungs-Deformation) und/oder frühzeitige Aragonitlösung der Schale bedingt. Nicht selten sind nur Wohnkammer und letzter Umgang körperlich erhalten, während die Innenwindungen mehr oder weniger ausgedünnt bzw. ganz flachgedrückt wurden. Durch die fehlende Schale konnten in späterer Folge $CaCO_3$-untersättigte Lösungen besonders destruktiv auf freiliegende Teile der Kammerscheidewände einwirken. So entstanden aus ursprünglich sicher ceratitischen jene stark korrodierten, teils „goniatitischen", Lobenlinien der Werfener Tiroliten, wie sie KITTL 1903 beschrieben hat. Ähnliche verwitterungsbedingte Loben-Vereinfachungen („Pseudosuturen") kennt man u. a. von germanischen Ceratiten (MÜLLER 1970). Trotzdem hat sich auch

bei *Tirolites* die an jungmesozoischen Ammonoideen allgemein gewonnene Erfahrung bestätigt, nach welcher die Externsutur bestenfalls als gattungs-, keineswegs aber als arttrennendes Merkmal herangezogen werden kann.

Ein besonders krasses Beispiel liegt im von KITTL 1903 neuaufgestellten Subgenus *Hololobus* vor, dem, wie der Name schon andeutet, ein durchgehend gerundeter Externlobus (ohne Siphonalsattel!) eigen sein soll. Dieser geradezu einmalige — und sicher unzutreffende — Fall unter den Neoammonoideen ist recht einfach zu erklären, nämlich durch falsch interpretierte Beobachtungen am ungünstig erhaltenen Typus (extern verdrückt und abgewittert; entsprechend im Text erwähnt!). Nach erfolgter Klarstellung verbleibt eine ansonsten merkmalsarme, ziemlich eng genabelte und schwach skulptierte Form (KITTL 1903, Taf. 4, Fig. 9), die leicht in der Variationsbreite von *Tirolites carniolicus* unterzubringen ist.

Die einleitende Diskussion sollte den Gegensatz zwischen ursprünglicher „klassischer" und heute geforderter Artfassung aufzeigen. Gleichzeitig trägt sie auch dazu bei, die folgenden Beschreibungen möglichst kurz zu halten.

### *Tirolites cassianus* (QUENSTEDT, 1849)

Obwohl fast 60 Exemplare vorlagen, konnten Nabelweite, Windungshöhe und -breite jeweils nur an max. 20 Stücken erfaßt werden, was kaum statistisch relevante Ergebnisse gestattet. Die errechneten Werte schwanken relativ gleichmäßig bis 10%, wobei der subquadratische Windungsquerschnitt artkonstant zu sein scheint:

| N=20 | WH | WB | NW |
|---|---|---|---|
| (DM=100%) | 29—40% | 27—37% | 39—49% |

Nur für die Skulptur-Erfassung des letzten (adulten) Umganges fiel eine annähernd repräsentative Probenmenge (29) an, die in ihrer Häufigkeitsverteilung einer Normalverteilung nahekommt (Abb. 4). Demnach variieren in der vorliegenden Population die mit Marginalknoten besetzten Einzelrippen der Schlußwindung zwischen 12 und 22 mit einem Mittelwert um 16 ($\bar{X}=16{,}3$). Keine signifikante Verteilung ergibt sich dagegen, wenn man auch die knotenlosen Rippen des letzten Umganges mitzählt, also die gesamte Rippenzahl untersucht. Diese kann sich bis auf 30 und vereinzelt mehr erhöhen, wobei die Zusatzrippen meist umso schwächer ausfallen in je kürzerem Abstand sie aufeinander folgen. Es scheint somit ein direkter Zusammenhang zwischen Rippenzahl und Rippenstärke zu bestehen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auf den obigen Daten fußend schließt *Tirolites cassianus* folgende morphologisch ähnliche Synonyme ein: *T. darwini*, *T. haueri*, *T. illyricus*, *T. rectangularis*, *T. spinosus*, *T. turgicus* (alle Mojsisovics, 1882); *T. angustilobatus*, *T. dimidiatus*, *T. hybridus*, *T. kerneri*, *T. multispinatus*, *T. percostatus*, *T. repulsus*, *T. rotiformis*, *T. spinosior*, *T. toulai*, *Ceratites* (*Paraceratites*) *prior* (alle Kittl, 1903); *Tirolites bispinatus* Ganev, 1966.

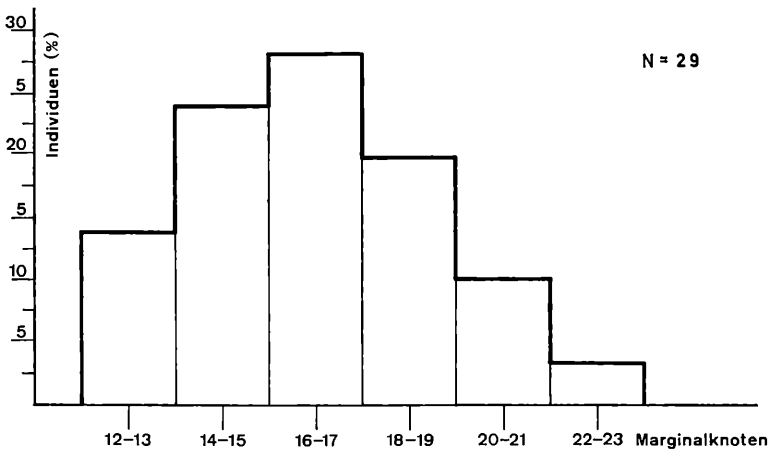



Abb. 4: *Tirolites cassianus* (Probe 73/17): Marginalknoten-Verteilung des letzten Umganges (Wohnkammer).

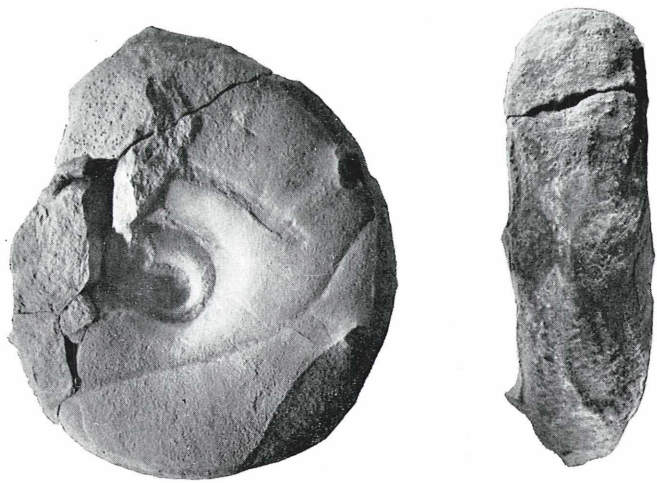
In seiner Oberskyth-Monographie gelangte Kummel 1969 zu ganz ähnlichen Schlüssen. Seine Maßzahlen und das Variationsdiagramm für *T. cassianus* (Kummel 1969, S. 500, Fig. 41) sind allerdings mit Vorsicht zu genießen. Da unhorizontiertes Museumsmaterial verarbeitet wurde, ist in dieser Gesamtvariabilität auch ein vollkommen unbekanntes und unkontrollierbares Element (Zeitfaktor) integriert.

### *Tirolites* bi-*idrianus-carniolicus*

Bei diesen Stücken handelt es sich um — wie schon der Name ausdrücken soll — intermediäre Formen, die rein morphologisch (Gehäuse und Skulptur) sowohl zu *T. idrianus* als auch zu *T. carniolicus* gestellt werden können. In der Gesamtpopulation des Fundpunktes 73/16 betrachtet, entsprechen sie wahrschein-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

# Tafel 1



*Tirolites mangyshlakensis* (SHEVYREV, 1968), Carniolicus-Zone; Campiller Schichten bei Muć, Dalmatien (Probe 73/31).

Seiten- und Rückenansicht; natürliche Größe.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

lich ancestralen Varianten von *T. carniolicus*. Die gewählte Doppelbenennung lehnt sich einem Vorschlag von Crusafont-Pairo & Reguant 1970 an.

### *Tirolites carniolicus* Mojsisovics, 1882

Die wenigen Funde lassen auch näherungsweise kein Bild der intraspezifischen Variabilität zu. An sechs vermessenen Individuen der Aufsammlung 73/31 ergaben sich in Durchmesser-Prozenten folgende Werte für Nabelweite (NW), Windungshöhe (WH) und -breite (WB):

| DM | WH | WB | NW |
|---|---|---|---|
| (DM=100%) | 38—43% | 25—30% | 25—30% |

Der Phragmokon ist bei den stratigraphisch jüngsten Varianten zur Gänze skulpturlos und nur die Wohnkammer mit 1—3 kräftigen Marginaldornen besetzt. Die Tendenz der phylogenetischen Skulptur-Reduktion nach außen läßt sich gut an der älteren Carniolicus-Population 73/16 ablesen, wo die externen Dornen frühzeitig auf dem gekammerten Teil der Schlußwindung einsetzen und eine wesentlich größere Zahl (2—5) erreichen.

Synonyme: *T. heterophanus*, *T. serratelobatus*, *Hololobus monoptychus* (alle Kittl, 1903).

### *Tirolites mangyshlakensis* (Shevyrev, 1968)

Taf. 1

Einziges Unterscheidungsmerkmal zu *T. carniolicus* ist die etwas größere Windungsbreite, was zur Vermutung berechtigt, daß nur eine extreme Variante von diesem vorliegt. Klärung könnten Studien an größerem Material bringen, denen nicht vorgegriffen werden soll.

## 2. Evolution

Als wohl wichtigstes Ergebnis der Untersuchungen in Mué ist die Erkenntnis zu werten, daß innerhalb der Gattung *Tirolites* eine gerichtete Entwicklung vorliegt, die gleichermaßen in Skulptur und Gehäuseform zum Ausdruck kommt. Am Anfang dieser Reihe

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

steht *Tirolites cassianus*, aus dem über *Tirolites idrianus* als letztes beobachtetes Glied *Tirolites carniolicus* hervorgeht. Kontinuierliche Übergänge konnten — bedingt durch übergroßen Probenabstand — nicht erfaßt werden, sind aber in Fauna 73/16 zwischen *T. idrianus* und *T. carniolicus* (siehe oben) angedeutet. Auf die abändernden Merkmale übertragen, entsteht folgendes deskriptives Bild:

Die Entwicklung beginnt mit evoluten, im Windungsquerschnitt subquadratischen und gleichförmig berippten bzw. beknoteten Cassianus-Typen. Sie führt durch graduelle Nabelreduktion (bei gleichzeitig anwachsender Windungshöhe) und Verlagerung der Skulptur nach außen auf die Schlußwindung zu involuten, hochmündigen und — bis auf die mit Marginaldornen besetzte Wohnkammer — glatten Formen (*T. carniolicus*). *Tirolites idrianus* sollte dabei eine Mittelstellung einnehmen, nähert sich allerdings im Typus stärker *T. carniolicus*.

Es ist hier mit Nachdruck auf das morphologische Naheverhältnis zwischen den Typusarten von *Tirolites* (*T. idrianus*) und *Carniolites* (*T. carniolicus*) hinzuweisen, da es meines Erachtens eine Vereinigung der beiden Gattungen rechtfertigt. Wie schon im Gattungswechsel zum Ausdruck kommt, bedarf weiters die bisherige systematische Stellung von *Tirolites carniolicus* innerhalb der Dinaritaceae (z. B. SHEVYREV 1968, KUMMEL 1969) einer Korrektur zugunsten der Tirolitidae. Die gewohnte Einordnung beruht ganz offensichtlich auf den bei „*Carniolites*" und *Dinarites* übereinstimmend glatten Innenwindungen, ohne zu erkennen, daß die Wertung ein konvergentes Merkmal betrifft.

## Stratigraphische Gliederung

### Regionale Korrelation (Werfener Faziesbereich).

Basierend auf nur einem Profil reichen so wenige und weit übereinanderliegende Funde normalerweise nicht aus, eine stratigraphische Feingliederung von mehr als lokaler Bedeutung zu erstellen. Lassen sich allerdings — wie im vorliegenden Fall — die unterschiedenen Zonen durch ihre distinkten Faunen regional weit verfolgen und ergeben sie unabhängig an mehreren Stellen die gleiche stratigraphische Abfolge, muß einer solchen Zonierung trotz ihrer schmalen Ausgangsbasis sicherlich überregionale Bedeutung zugebilligt werden.

Im cephalopoden-führenden Oberskyth von Mućć treten zwei faunistisch unterscheidbare Bereiche zutage, welche auch in anderen Teilen des alpin-mediterranen Raumes vertreten sind. Vor allem die basale Cassianus-Zone ist weit über die Werfener

Faziesregion hinaus nachgewiesen, während die Fauna der Carniolicus-Zone bisher nur von wenigen Punkten bekannt und dann von jener der Cassianus-Zone nicht getrennt wurde.

## 1. *Tirolites cassianus*-Zone

Definiert durch *Tirolites cassianus*, markiert die Zone gleichzeitig den Beginn der Ammonitenführung in den Werfener Schichten. Zu den wenigen charakteristischen Arten zählen *Diaplococeras liccanum*, *D. connectens* und vielleicht *Dinarites dalmatinus*. In Südtirol, wo *T. cassianus* ursprünglich beschrieben wurde, ist die Obergrenze der Zone durch die Transgression des Richthofen-Konglomerates amputiert. Ihre Untergrenze fällt nur in Jugoslawien und Oberitalien mit der Basis der Campiller Schichten zusammen; in Ungarn liegt sie deutlich darüber, in den Karpaten und wahrscheinlich auch den Nördlichen Kalkalpen dagegen darunter.

Die Cassianus-Zone ist nicht nur in den Dinariden Jugoslawiens (Kittl 1903, Buser & Ramovs 1968) und den oberitalienischen Dolomiten (vgl. Wittenburg 1908, Ogilvie-Gordon 1927) weithin nachgewiesen, sondern erreicht hier auch ihre größte Faunenfülle. Dagegen zählen Funde des Zonenfossils in den Nördlichen Kalkalpen zu den Ausnahmen [z. B. von Grünbach, Niederösterreich (Bittner 1886) oder aus der Hallstätter Zone des Salzkammergutes (Tollmann 1960, 70)]. Weitere interessante Fundpunkte kennt man von kleinen oberostalpinen Deckschollen in Kärnten (Ulrichsberg: Zapfe 1958; St. Pauler Berge: Chair & Thiedig 1973). Schlechte Erhaltung und das Fehlen leitender Formen erschweren aber eine exakte Einstufung dieser Vorkommen (vgl. S. 42f.).

Im Bakony-Gebirge sitzt der lithologische Schnitt zwischen Sandsteinfazies der Seiser Schichten und kalkig-mergeliger Fazies der Campiller Schichten tiefer als in den Südalpen, so daß nicht die unteren, sondern erst die sogenannten Mittleren Campiller Schichten die Cassianus-Zone einschließen (Loczy 1916, Vegh-Neubrandt 1972). Neben zahlreichen Bivalven kommen Ammoniten, insbesondere *Tirolites cassianus*, relativ häufig vor. Auch in den slowakischen Karpaten kennt man seit langem cephalopodenreiche Werfener Schichten, nur hält hier — im Gegensatz zu Ungarn — die klastische Sedimentation länger an, wodurch *T. cassianus* schon in Schichten mit Seiser Charakter einsetzt (vgl. Bystricky 1967, Tab. 1; 1973, 23).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Weitere Zonen-Nachweise von eher lokaler Bedeutung stammen aus den Werfener Schichten Bulgariens (GANEV 1961; 1966) und Rumäniens (SIMIONESCU 1911).

## 2. *Tirolites carniolicus*-Zone

Sie nimmt den höheren Teil der Mućer Schichtfolge mit den Fundpunkten 73/16 bis 73/31 ein und umfaßt die jüngsten Tiroliten des alpinen Skyth. Neben *Tirolites carniolicus* zählen ferner der nahe verwandte *Tirolites mangyshlakensis* und verschiedene Arten der Gattung *Stacheites* KITTL, 1903 zu den typischen Vertretern der Zone. Ihre Obergrenze wird durch einen großräumigen Fazieswechsel bestimmt, der innerhalb der Tethys zwischen den Alpen und Vorderasien (Türkei, MARCOUX 1974) mehrere 1000 km anhält und zur Ausbildung lagunärer Sedimente führt. Auf diesen Seichtwasser-Plattformen fanden Cephalopoden keine geeigneten Lebensbedingungen vor und fehlten daher. Erst im Mittelanis stellte sich durch allgemeine Vertiefung des Ablagerungsraumes wieder eine weiter verbreitete Ammonitenfazies ein (vgl. ASSERETO 1971). Inwieweit der oben erwähnte Schnitt ein interregional zeitgleiches Ereignis ankündigt, d. h. über große Entfernungen als stratigraphische Grenze interpretiert werden kann, muß erst geklärt werden. Die jetzt bekannte Verbreitung der Carniolicus-Zone würde darauf hindeuten, reicht aber für eine Entscheidung nicht aus.

In Jugoslawien weit verbreitet (KITTL 1903, BUSER & RAMOVS 1968) kennt man *Tirolites carniolicus* außerhalb der Dinariden nur von wenigen Stellen, u. a. der Karpaten (KOLLAROVA-ANDRUSOVOVA 1961; 1962); er dürfte hier ebenfalls im obersten Teil der Werfener Schichten vorkommen. Nicht weiter wundert das Fehlen der Art in den Südalpen, wenn man bedenkt, daß in ausgedehnten Teilen Oberitaliens das höhere Skyth einer Schichtlücke zum Opfer fällt (vgl. S. 41). Wahrscheinlich vorhanden, bislang aber nicht entsprechend fossilbelegt, ist die Carniolicus-Zone im obersten Teil der Campiller Schichten des Bakony und der Nördlichen Kalkalpen. Nur ARTHABER 1911a, 18, beschreibt von Felsö-örs (nördlich des Plattensees) einen „*Aspidites eurasiaticus*", welcher möglicherweise dem Genus *Stacheites* zugeordnet werden kann und damit die Zone nachweisen würde. ZAPFE 1958 nennt ferner vom Ulrichsberg in Kärnten neben verschiedenen untypischen Formen „cf. *Tirolites* (*Hololobus*) *monoptychus*? KITTL", der — als Synonym von *Tirolites carniolicus* — auch in Österreich eine Vertretung der Carniolicus-Zone andeutet.

In dem unhorizontierten Material sind aber hauptsächlich Arten der Cassianus-Zone vertreten, weshalb die Einstufung unsicher bleibt. Ähnlich steht es um die schon erwähnte Fauna von CHAIR & THIEDIG 1973 aus Ostkärnten (vgl. S. 41). Ihre Entnahmestelle liegt nur wenige Meter unterhalb der ersten Dolomitbänke und könnte somit für die zeitliche Einordnung der Grenze Werfener Schichten—Gutensteiner Dolomit einen wichtigen Anhaltspunkt abgeben.

## Internationale Korrelation

Zur Zeit, da die erste Ammonitenzonierung der pelagischen Trias erstellt wurde (MOJSISOVICS, WAAGEN & DIENER 1895), waren nur wenige Angaben über Verbreitung und Stratigraphie der *Tirolites*-Fauna bekannt. Schon damals nahm das Skyth mit zwei Stufen und zahlreichen Zonen breiten Raum ein. Maßgebend für die obere, Jakutische Stufe, waren die Ammonitenfaunen des Ceratitensandsteins (Salt Range) und der Subrobustus Beds des Himalayas bzw. Sibiriens. Ihnen sollte die Zone des *Tirolites cassianus* ungefähr entsprechen, wobei eine schärfere Parallelisierung als undurchführbar galt. Über den Subrobustus Beds schieden MOJSISOVICS & al. 1895 im Unteranis („Hydasp") die Zone des *Stephanites superbus* aus, was sich inzwischen als unzutreffend erwies. TOZER 1967, 20, stellte ein bedeutend höheres Alter fest und verglich sie mit seiner Tardus-Zone, die im klassischen Sinn dem tieferen Jakut gleichgesetzt werden kann. Somit ist die Skyth-Anis-Grenze in der ursprünglichen Fassung nur insoweit festgelegt, als sie über der Subrobustus-Zone liegen muß. Seither vorangetriebene Untersuchungen haben nicht nur zur Revision des alten Zonenschemas geführt, sondern auch die weltweite Verbreitung der alpinen Tiroliten unterstrichen.

Heute stehen sich zwei leider divergierende Großgliederungen gegenüber: Eine im letzten Jahrzehnt verfeinerte nordamerikanische (SILBERLING & WALLACE 1969, TOZER 1971), welche im wesentlichen übernommen wird, gegenüber der anderen, in den ausgedehnten marinen Untertrias-Serien Südrußlands und Sibiriens gebräuchliche, die gewisse Nachteile hat. So wird sie von den russischen Autoren nicht einheitlich interpretiert und dürfte außerdem Lücken an der Skyth-Anis-Grenze aufweisen.

SILBERLING & TOZER 1968 und TOZER 1971 unterscheiden im Spathian (=höheres Oberskyth) Nordamerikas drei Faunen-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



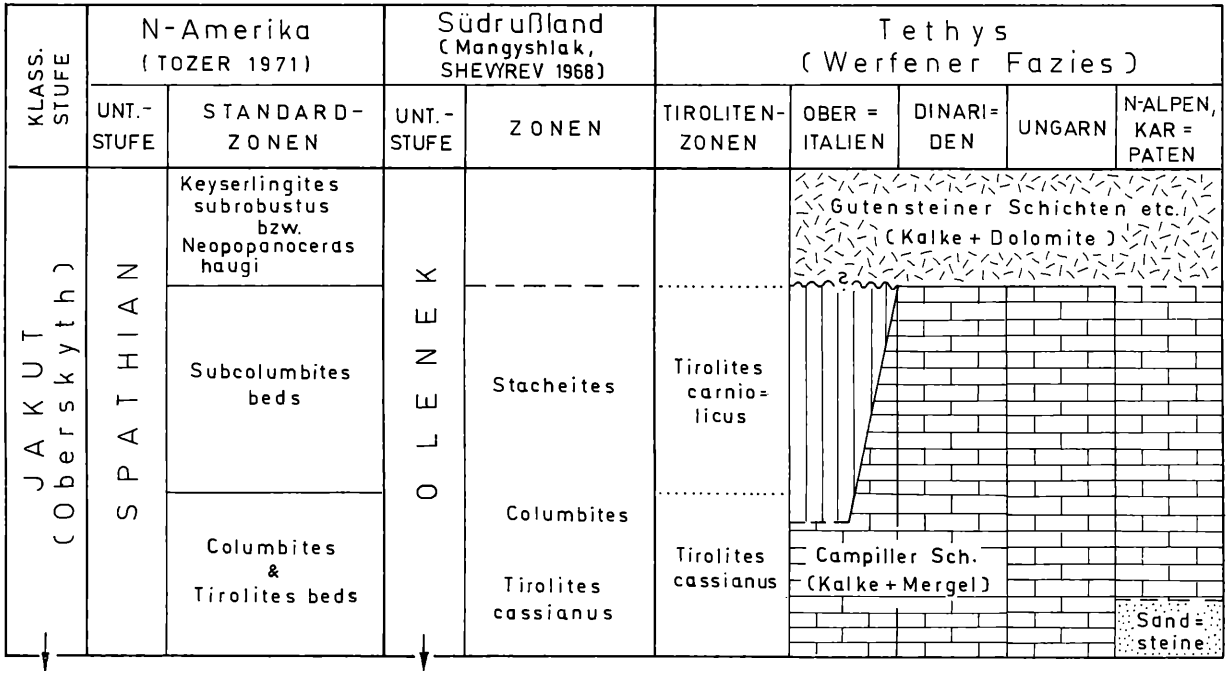



Abb. 5: Lithologische und stratigraphische Gliederung der höheren Untertrias im Werfener Faziesbereich Mitteleuropas.

bereiche, die folgendermaßen mit den Tiroliten-Zonen Mitteleuropas parallelisiert werden können:

1. *Tirolites* beds und *Columbites* beds: Sie führen beide in den westlichen Vereinigten Staaten (Idaho) *Tirolites cassianus* nahestehende Tiroliten (vgl. SMITH 1932, SILBERLING & TOZER 1968, KUMMEL 1969) und werden daher der Cassianus-Zone gleichgesetzt.

2. *Subcolumbites* beds: Mit ihnen versuchte TOZER 1971, 1016 — gestützt auf das gemeinsame Vorkommen der Gattung *Stacheites* — die alpinen Tiroliten-Schichten zu korrelieren. Tatsächlich dürfte den *Subcolumbites* beds (sensu SILBERLING & WALLACE 1969) nur die jüngere Werfener Fauna der Carniolicus-Zone entsprechen.

Inzwischen wurde durch TOZER 1972 aus Persien eine interessante *Subcolumbites*-Fauna bekannt, in der *Columbites*, *Subcolumbites*, *Stacheites* und *Tirolites cassianus* zusammen vorkommen sollen. Auch von Chios meldet JACOBSHAGEN 1974, 118ff. das Auftreten von *Columbites* gemeinsam mit *Subcolumbites* und sieht darin eine Vertretung der amerikanischen „*Subcolumbites*-Zone". Obwohl weder bei den persischen (unhorizontiert einer über 20 m mächtigen Serie entnommen) noch bei den Chios-Funden (Aufsammlungs-)Kondensation auszuschließen ist, deutet sich doch die Möglichkeit einer Überschneidung der beiden Faunenbereiche an. Als Erklärung ließe sich eventuell anführen, daß die *Subcolumbites* beds Nordamerikas (sensu SILBERLING & TOZER 1968), in denen *Columbites* nicht vorkommt, einen geringeren stratigraphischen Umfang besitzen als die *Subcolumbites*-Schichten in Eurasien, wie die zum Teil recht unterschiedlichen Faunen andeuten. So gesehen kann die vorgeschlagene Parallelisierung im großen zwar als gesichert gelten, im Detail werden allerdings Änderungen kaum ausbleiben. Zudem wird eine Verfeinerung der jetzt noch groben Oberskyth-Gliederung sicherlich nicht lange auf sich warten lassen. Damit aber ist die — hier punktiert angedeutete — Gleichsetzung der Tiroliten-Zonengrenzen mit den amerikanischen (vgl. Abb. 5) keineswegs feststehend, sondern bedarf noch weiterer Abklärung.

3. Subrobustus- bzw. Haugi-Zone: Da die höchsten Werfener Schichten noch mit den *Subcolumbites* beds übereinstimmen, muß die Subrobustus-Zone und damit die Skyth-Anis-Grenze bereits im tiefen, fossilarmen Teil der bislang immer als anisisch angesprochenen Kalke und Dolomite (Gutensteiner Schichten, Steinalmkalk etc.) stecken. Daß die Werfener Schichten nicht ins höchste Skyth reichen, nimmt auch TOZER 1974, 199 an.
Im russischen Oberskyth, der Olenekischen Stufe (ungefähr dem Jakut entsprechend), findet man nur ein sicheres alpines Äquivalent wieder (*Tirolites cassianus*-Zone, welche zuletzt KOZUR 1973 als Standardzone verstanden wissen will). Für das höhere Oberskyth (Abb. 5) wurde die Faunenfolge der Halbinsel Mangyshlak am Kaspischen Meer (SHEVYREV 1968) herausgegriffen, weil sie der Werfener Gliederung am nächsten kommt und überdies

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im *Stacheites*-Horizont der Locus typicus von *Tirolites mangyshlakensis* (typisch für die Carniolicus-Zone) liegt.

## Palökologische Deutung der *Tirolites*-Fauna

Die Werfener Tirolitenfauna bietet — obwohl in ihren Arten weltweit verbreitet — das charakteristische Bild einer endemischen Faunengesellschaft. Sie setzt sich aus wenigen Gattungen zusammen, von denen zwei (*Tirolites* und *Dinarites*) in der Regel über 90% der Individuen ausmachen. Dagegen fehlen alle anderen, weit zahlreicheren Gattungen der stratigraphisch äquivalenten *Columbites*- und *Subcolumbites*-Faunen, die außerhalb der Werfener Fazies das pelagische Oberskyth kennzeichnen. So läßt sich etwa die kondensierte? *Columbites*-/*Subcolumbites*-Fauna von Kčira (Albanien; ARTHABER 1911b) gut mit jener der westlichen Vereinigten Staaten (SILBERLING & TOZER 1968) vergleichen, nicht jedoch mit der direkt benachbarten Tirolitenfauna Jugoslawiens.

Will man die ökologische Eigenständigkeit der *Tirolites*-Fauna deuten, müssen verschiedene Faktoren (Salinität, Wassertemperatur, Tiefe) berücksichtigt werden. Davon dürfte veränderte Salinität nach der Begleitfauna (Conodonten; Bivalven: *Claraia*, *Pseudomonotis*; Pectiniden) auszuschließen sein. Auch für unterschiedliche Temperatur-Verhältnisse gibt es keine Anhaltspunkte, lagen doch alle oben genannten Faunenbereiche im Tropengürtel. Gleichalte boreale Ammonitenfaunen mit stark abweichendem Spektrum sind nur aus Kanada (TOZER 1965) und Sibirien (ZAKHAROV 1974) bekannt. So dürfte, zieht man die auffällige Bindung der *Triolites*-Fauna an die unter teils extremen Flachwasser-Bedingungen entstandene Werfener Fazies (kreuzgeschichtete Sandsteine, Oolithe) mit in Betracht, der Bathymetrie entscheidende Bedeutung zukommen.

Unter Berücksichtigung jetziger plattentektonischer Vorstellungen (z. B. HSÜ 1971) und paläomagnetischer Daten (SOFFEL 1973) läßt sich der Ablagerungsraum der Werfener Schichten als große seichte Schelfbucht deuten, mit der die Tethys zur Untertrias-Zeit im Westen endete. Den Schelfrand bzw. Grenzbereich zu tieferen Becken markierten in der Trias — analog zum Jura (vgl. BERNOULLI 1972) — rote Cephalopodenkalke (der Hallstätter Fazies), oft in Verbindung mit Vulkaniten (Griechenland, Türkei). Ihr westlichstes (Untertrias!) bekanntes Vorkommen in Kčira (Albanien) bildet gleichzeitig die Verbreitungsgrenze der *Columbites*- und *Subcolumbites*-Fauna gegen Westen. Nur vereinzelt

drangen Elemente davon in den angrenzenden Werfener Faziesraum des südlichen Jugoslawiens ein (PETKOVIC & MIHAILOVIC 1935). Der ausgedehnte, ökologisch-paläogeographisch dermaßen abgeschirmte Werfener Schelf bot — bei weitgehend zurücktretendem pelagischem Faunenanteil — anscheinend entsprechend angepaßten Einzelgruppen (z. B. auch unter den Conodonten) ideale, weil konkurrenzlose Entfaltungsmöglichkeiten.

## Literatur


ARTHABER, G. v., 1911a: Neue Funde in den Werfener Schichten und im Muschelkalke des südlichen Bakony. — Res. d. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees, Anhang. Paläontologie der Umgebung des Balatonsees, *3*/3, 26 S., 2 Taf., Wien.

— 1911b: Die Trias von Albanien. — Beitr. Paläont. Geol. Österr.-Ungarns u. Orients, *24*, 169—277, 10 Abb., 8 Taf., Wien.

ASSERETO, R., 1971: Die *Binodosus*-Zone. Ein Jahrhundert wissenschaftlicher Gegensätze. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., *179*, 25—53, 5 Abb., Wien.

AUBOUIEN, J. & al., 1972: Essai sur la géologie des Dinarides. — Bull. Soc. géol. de France (7), *12*/6, 1060—1095, 3 Abb., Paris (1970).

BERNOULLI, D., 1972: North Atlantic and Mediterranean mesozoic facies: a comparison. — Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, *11*, 801—871, 6 Abb., 14 Taf., Washington.

BETTENSTAEDT, F., 1958: Phylogenetische Beobachtungen in der Mikropaläontologie. — Pal. Z., *32*, 115—140, 3 Abb., Stuttgart.

— 1962: Evolutionsvorgänge bei fossilen Foraminiferen. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, *31*, 385—460, 18 Abb., Hamburg.

— 1968: Wechselbeziehungen zwischen angewandter Mikropaläontologie und Evolutionsforschung. — Beih. Ber. Naturh. Ges., *5*, 337—391, 11 Abb., Hannover.

BITTNER, A., 1886: Hernstein in Niederösterreich. I. Die geologischen Verhältnisse. — 174 S., 2 Taf., Wien (Hölder).

BUSER, S. & RAMOVS, A., 1968: Razvoj triadnih skladov v Slovenskih zunanjih Dinaridih (Entwicklung der Trias-Schichten in den slowenischen Außen-Dinariden). — Prvi kolokvij o geologiji Dinaridov, *1*, 33—42, Ljubljana (1966).

BYSTRICKY, J., 1967: Übersicht der Stratigraphie und Entwicklung der Trias in den Westkarpaten. — Geol. sborn., *18*/2, 257—266, Bratislava.

— 1973: Triassic of the West Carpathians Mts. — X. Congr. Carp.-Balkan Geol. Ass., guide to exursion D, 137 S., 35 Abb., Bratislava (Geol. Inst. Dionýz Stúr).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

CHAIR, M. & THIEDIG, F., 1973: Ein bedeutsamer Ammonitenfund in den Werfener Schichten (Skyth) der St. Pauler Berge in Ostkärnten (Österreich). — Karinthin, *69*, 63—65, Klagenfurt.

CRUSAFONT-PAIRO, M. & REGUANT, S., 1970: The nomenclature of intermediate forms. — Syst. Zool., *19*, 254—257, 1 Abb., Lawrence (Kansas).

GANEV, M., 1961: Stratigraphie der Trias im Luda-Kamcia-Teil des Ostbalkans. — Trav. Géol. Bulg., Sér. Stratigr., *2*, 55—74, 4 Abb., Sofia.

— 1966: Untertriassische Ammoniten aus dem Ostbalkan (Bulgarien). — Trav. Géol. Bulg., Sér. Paléont., *8*, 21—28, 1 Abb., 2 Taf., Sofia.

HSÜ, K. J., 1971: Origin of the Alps and Western Mediterranean. — Nature, *233*, 44—48, 4 Abb., London.

JACOBSHAGEN, V., 1974: Biostratigraphische Probleme im Skyth-Anis-Grenzbereich auf der Insel Chios (Ägäis), — Schriftenr. Erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 115—123, 4 Abb., 1 Taf., Wien.

KERNER, F. v., 1916: Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:75.000 Blatt Sinj und Spalato (1914). — 116 S., Wien (Geol. R.-A.).

KITTL, E., 1903: Die Cephalopoden der oberen Werfener Schichten von Muć in Dalmatien sowie von anderen dalmatinischen, bosnisch-herzegowinischen und alpinen Lokalitäten. — Abh. Geol. R.-A., *20*, 1—77, 1 Abb., 11 Taf., Wien.

KOLLAROVA-ANDRUSOVOVA, V., 1961: Amonoidné hlavonožce z triasu Slovenska I. — Geol. sborn., *12*/2, 203—260, Bratislava.

— 1962: Amonoidné hlavonožce z triasu Slovenska II. Systematická časť. — Geol. sborn., *13*/1, 13—80, 3 Abb., 6 Taf., Bratislava.

KOZUR, H., 1973: Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie der Trias. — Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, *3*/1, 1—30, 1 Abb., 3 Taf., Innsbruck.

KUMMEL, B., 1969: Ammonoids of the Late Scythian (Lower Triassic). — Bull. Mus. Comp. Zool., *137*/3, 311—702, 50 Abb., 71 Taf., Cambridge (Mass.).

— 1973: Lower Triassic (Scythian) molluscs. — in HALLAM, A.: Atlas of palaeobiogeography, 225—233, 4 Abb., 3 Taf., Amsterdam (Elsevier).

LOCZY, L. v., 1916: Die Geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik — Res. d. wissensch. Erforsch. d. Balatonsees. — 715 S., 327 Abb., 15 Taf., Wien (Hölzel).

MARCOUX, J., 1974: „Alpine type" Triassic of the Upper Antalya Nappe (Western Taurids-Turkey). — Schriftenr. Erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 155—156, Wien.

MOJSISOVICS, E. v., 1882: Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. — Abh. Geol. R.-A., *10*, 322 S., 94 Taf., Wien.

MOJSISOVICS, E. v., WAAGEN, W. & DIENER, C., 1895: Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., *104*, 1271—1302, Wien.

MÜLLER, A. H., 1970: Über Lobendrängung und Ähnliches bei Ammoniten (Cephalopoda), insbesondere Ceratiten. — Mber. Dt. Akad. Wiss. Berlin, *12*/5, 374—390, 11 Abb., 2 Taf., Berlin.

OGILVIE-GORDON, M. M., 1927: Das Grödener-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten, I, II. Stratigraphie-Tektonik. — Abh. Geol. B.-A., *24*/1, 360 S., 63 Abb., 26 Taf., Wien.

ORLOV, Y. A. (ed.), 1959: Osnovy paleontologii I. — 482 S., 192 Abb., Moskva (Akademiya Nauk SSR).

PETKOVIC, K. V. & MIHAJLOVIC, D., 1935: La faune des céphalopodes trouvée dans le Trias inférieur en Monténégro (Yougoslavie), ses caractéristiques et son importance. — Ann. Géol. Pénins. Balkanique, *12*/2, 251—269, 6 Abb., 3 Taf., Beograd.

SAMTLEBEN, C., 1973: Größenverteilung von Populationen, Totengemeinschaften und Klappenansammlungen der Muschel *Mytilus edulis* L. — Meyniana, *23*, 69—92, 15 Abb., Kiel.

SHEVYREV, A. A., 1968: Triasowye ammonoidei juga SSSR. — Trudy Paleontologičeskogo Instituta, *119*, 278 S., 92 Abb., 21 Taf., Moskva (Akademija Nauk SSSR).

SILBERLING, N. J. & TOZER, E. T., 1968: Biostratigraphic classification of the marine Triassic in North America. — Geol. Soc. America, Spec. Pap., *110*, 63 S., Boulder (Col.).

SILBERLING, N. J. & WALLACE, R. E., 1969: Stratigraphy of the Star Peak Group (Triassic) and overlying Lower Mesozoic Rocks, Humboldt Range, Nevada. — U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., *592*, 50 S., 15 Abb., Washington.

SIMIONESCU, I., 1911: Studii geologice şi paleontologice din Dobrogea. V. Fauna triasică inferioară din Dobrogea. — Acad. Romana Publ. Fondulni Vas, Adamachi, *5*, 63—78, 13 Abb., Bukarest.

SMITH, J. B., 1932: Lower Triassic ammonoids of North America. — U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., *167*, 199 S., 1 Abb., 81 Taf., Washington.

SOFFEL, H., 1973: Die Drehung Italiens gegen den Uhrzeigersinn während des Tertiärs, abgeleitet aus paläomagnetischen Messungen in den Colli Euganei, Italien. — SPP der DFG „Geodynamik des mediterranen Raumes" (Arbeitsbespr. 27.—28. 2. 73), 14—16, München — Salzburg.

TOLLMANN, A., 1960: Die Hallstätter Zone des östlichen Salzkammergutes. — Jb. Geol. B.-A., *103*, 37—131, 4 Abb., 4 Taf., Wien.

TOZER, E. T., 1965: Latest Lower Triassic ammonoids from Ellesmere Island and Northeastern British Columbia. — Canada Geol. Surv. Bull., *123*, 45 S., 12 Abb., 8 Taf., Ottawa.

— 1967: A standard for Triassic time. — Canada Geol. Surv. Bull., *146*, 103 S., 10 Taf., Ottawa.

— 1971: Triassic time and ammonoids. Problems and proposals. — Can. Journ. Earth Sci., *8*/8, 989—1031, 1 Abb., Ottawa.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



— 1972: Triassic ammonoids and *Daonella* from the Nakhlak Group, Anarak Region, Central Iran. — Geol. Surv. Iran, *28*, 29—68, 4 Abb., 10 Taf., Teheran.

— 1974: Definitions and limits of Triassic stages and substages: suggestions prompted by comparisons between North America and the Alpine-Mediterranean region. — Schriftenr. Erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 195—206, Wien.

VEGH-NEUBRANDT, E., 1972: Zur Mikrofazies der Campiler Schichten im Balatonhochland (Ungarn). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., *21*/1, 115—119, 1 Abb., 2 Taf., Wien — Innsbruck.

WITTENBURG, P. v., 1908: Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. — Geol. u. Paläont. Abh., N. F. *8*/5, 251—289, 15 Abb., 5 Taf., Jena.

ZAKHAROV, J. D., 1968: Biostratigrafija i ammonoidei niznego triasa juznogo Primorja. — 175 S., 38 Abb., 31 Taf., Moskva (Akad. Nauk SSSR, Sibirkoe otdelenie, dalhevostocnyj filial, Geologiceskij Institut).

— 1974: The importance of paleobiogeographical data for the solution of the problem on the Lower Triassic division. — Schriftenr. Erdwiss. Komm., Österr. Akad. Wiss., *2*, 237—243, Wien.

ZAPFE, H., 1958: Die Fauna der Werfener Schichten vom Ulrichsberg bei Klagenfurt in Kärnten. — Verh. Geol. B.-A. 1958, 155—164, Wien.